

POTENCJAŁ ELEKTROKINETYCZNY OSADÓW SZTUCZNEGO ZBIORNIKA WODNEGO – ZALEWU ZEMBORZYCKIEGO

Jolanta Cieśla

Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin
e-mail: jciesla@ipan.lublin.pl

Streszczenie. Wartość potencjału elektrokinetycznego cząstek koloidalnych dostarcza informacji m.in. o ich skłonności do koagulacji i sedymentacji. Badaniom poddano próbki osadów dennych pochodzące z Zalewu Zemborzyckiego koło Lublina. Potencjał elektrokinetyczny wyznaczano metodą laserową (LDV) w roztworze 0,01 molowego NaCl przy różnym pH. Odnotowano niewielkie różnice wartości potencjału zeta przy danym pH związane z miejscem pobrania próbki jak również wstępną wilgotnością materiału przygotowywanego do badań.

Słowa kluczowe: potencjał elektrokinetyczny (potencjał zeta), metoda LDV (Laser Doppler Velocimetry), osady

WSTĘP

Potencjał zeta charakteryzuje podwójną warstwę elektryczną w tzw. płaszczyźnie poślizgu, oddzielającą nieruchomą część roztworu od tej, która w polu elektrycznym porusza się wraz z cząstką ciała stałego. Potencjał ten jest wyznaczany w oparciu o wykorzystanie zjawisk elektrokinetycznych, których przykładem jest elektroforeza. Do wyznaczania ruchliwości elektroforetycznej cząstek wykorzystuje się obecnie m.in. metody laserowe – dynamiczne rozproszenie światła (Muller 1996). Znana ruchliwość elektroforetyczna pozwala na obliczenie wartości potencjału elektrokinetycznego (Moncho i in. 2001). Wartość potencjału elektrokinetycznego zależy od wielu czynników, takich jak zawartość materii organicznej (Sequaris i Lewandowski 2003), skład mineralogiczny fazy stałej i jej mechaniczne właściwości, stężenie i rodzaj elektrolitu (Sondi i Pravdoć 1998), pH i temperatura (Lin i Liu 1997). Znajomość wartości potencjału elektrokinetycznego jest stosowana m.in. w modelowaniu właściwości koloidów organicznych (Warwick i in. 2001), przy elektrokinetycznym oczyszczaniu osadów rzecznych (Mohamedelhassan i Shang 2001) oraz określaniu stabilności układów koloidalnych (Missana i Adell 2000).

Celem pracy było zbadanie zależności potencjału elektrokinetycznego osadów dennych Zalewu Zemborzyckiego od odczynu środowiska w obecności 0,01 mowego roztworu NaCl oraz wpływu wstępnej wilgotności materiału badawczego na wynik pomiaru prowadzonego metodą laserową.

MATERIAŁ I METODY

Osad denny pochodził z pięciu stanowisk pomiarowych zlokalizowanych na obszarze Zalewu Zemborzyckiego koło Lublina (stanowiska oznaczone numerami 2-6) oraz z dna rzeki Bystrzycy u wlotu do powyższego zbiornika wodnego (stanowisko 1). Stanowiska pomiarowe oznaczone numerami 2, 4, 5 oraz 6 były rozmieszczone wzdłuż linii brzegowej, natomiast stanowisko numer 3 znajdowało się na środku zbiornika. Osad pobierano trzykrotnie w ciągu roku 2007 – w okresie wiosennym, letnim i jesiennym oraz wiosną 2008 roku.

Osad wysuszono w temperaturze 105°C i przesiano przez sito o średnicy oczek równej 2 mm. Badaniom poddano również osad o naturalnej wilgotności pobrany wiosną 2008r. Jego próbki przed pomiarami przechowywano w lodówce w szczelnie zamkniętych polipropylenowych pojemnikach.

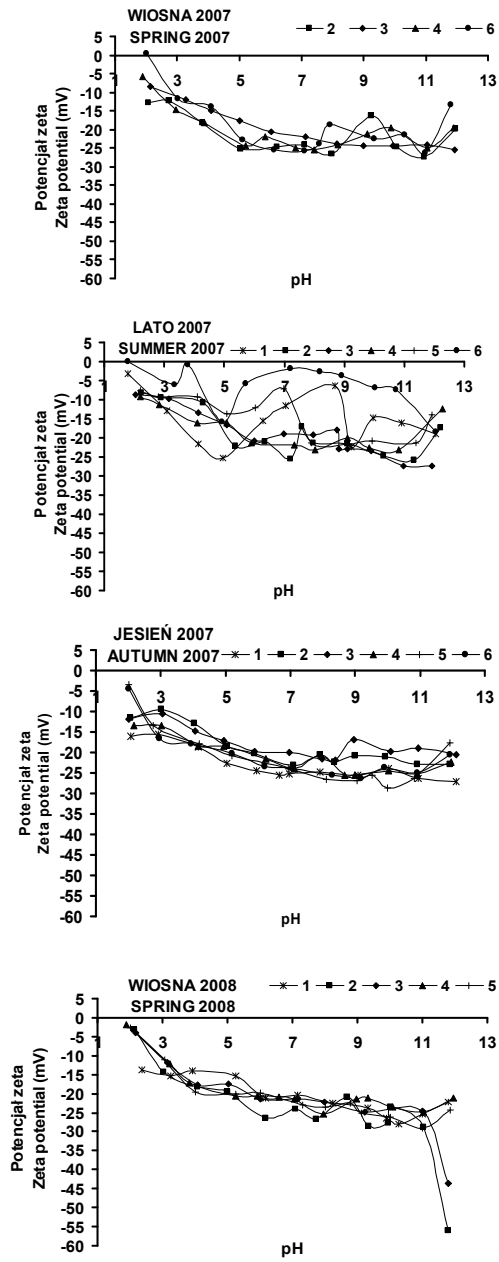
Próbki do pomiarów przygotowywano przez dyspergowanie naważek 0,1 g osadu (wysuszonego lub wilgotnego) w 100 ml roztworu NaCl o stężeniu 0,01 mol·dm⁻³. Zawiesinę mieszano intensywnie przez 30 minut, następnie pozostawiano na około 15 minut w celu sedimentacji cząstek o średnicy większej niż 10µm. Suspensję z nad osadu zlewano, mieszano i wykonywano w niej pomiar pH za pomocą pH-metru Waterproof pH Tester 30 firmy Eutech Instruments. Odczyn próbek modyfikowano przez dodatek niewielkiej objętości roztworu NaOH lub HCl o stężeniu 1 mol·dm⁻³.

Potencjał elektrokinetyczny (potencjał zeta) wyznaczano za pomocą aparatu ZetaSizer Nano ZS firmy Malvern. Urządzenie wykorzystuje technikę LDV (Laser Doppler Velocimetry) w połączeniu z analizą fazową światła rozpraszanego na cząstkach fazy stałej zawiesiny do pomiaru ruchliwości elektroforetycznej (Beauvais 1994). Wartość ruchliwości elektroforetycznej jest automatycznie przeliczana na potencjał elektrokinetyczny za pomocą równania Henry'ego.

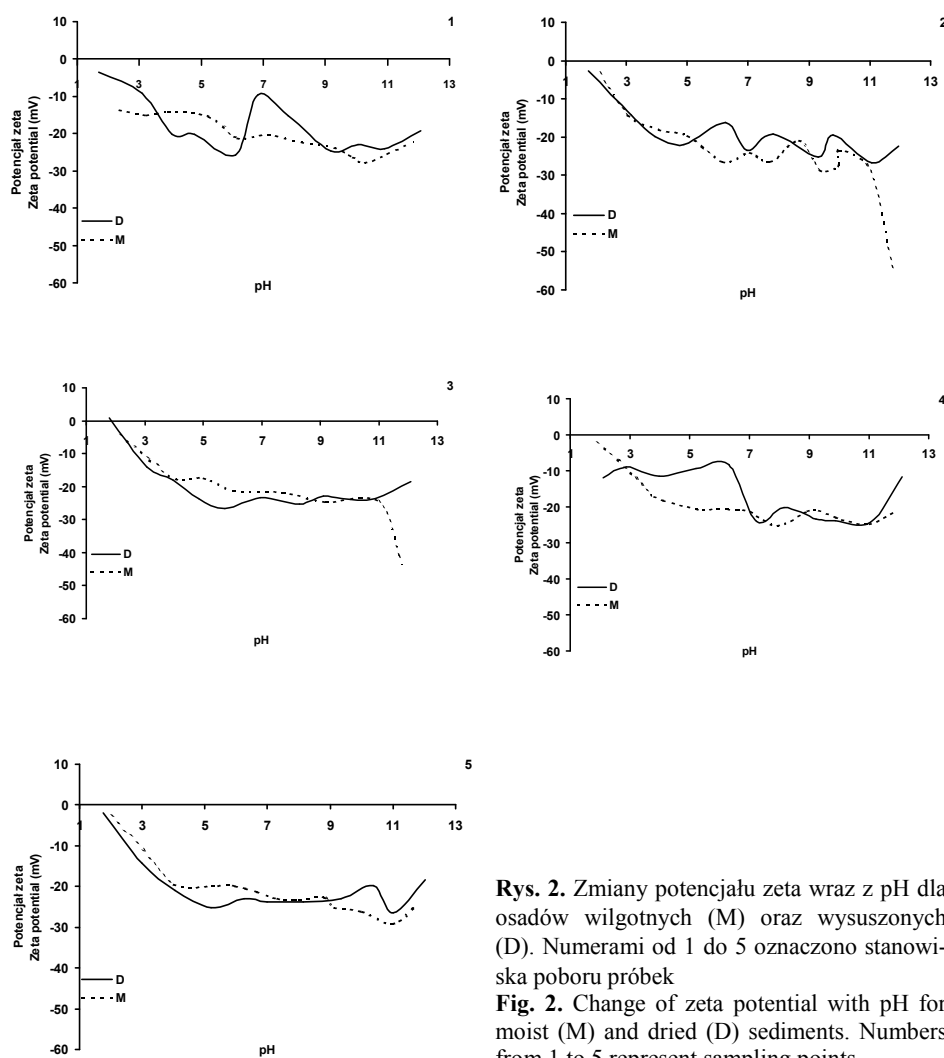
Pomiary wykonywano w temperaturze 25°C z trzykrotnym powtórzeniem.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki pomiarów potencjału elektrokinetycznego próbek osadów pobranych w różnej porze roku przedstawiono na rysunku 1. Stanowiska pomiarowe oznaczono numerami od 1 do 6. Na wykresach przedstawiono wartości średnie z trzech powtórzeń pomiarów. Odchylenia standardowe wyników mieściły się w zakresie od 0,3 do 5 mV.



Rys. 1. Zależność potencjału zeta od pH dla osadów pobranych w 2007 roku oraz wiosną 2008 roku
 Fig. 1. Dependence between zeta potential and pH of sediments sampled in 2007 and in spring of 2008



Rys. 2. Zmiany potencjału zeta wraz z pH dla osadów wilgotnych (M) oraz wysuszonych (D). Numerami od 1 do 5 oznaczono stanowiska poboru próbek

Fig. 2. Change of zeta potential with pH for moist (M) and dried (D) sediments. Numbers from 1 to 5 represent sampling points

Dla wszystkich próbek osadów pobranych wiosną 2007 roku potencjał zeta ma wartość ujemną. Przy pH równym 2 zaobserwowano nawet wystąpienie punktu izoelektrycznego dla osadu pochodzącego ze stanowiska numer 6. Dla próbek ze wszystkich stanowisk odnotowano spadek wartości potencjału zeta przy wzroście pH od 2 do 5. Dalszemu wzrostowi zasadowości towarzyszyły wahania wartości potencjału od -15 do -26 mV.

W przypadku analiz wykonanych latem 2007 roku odnotowano znaczne wahania wartości potencjału elektrokinetycznego wraz ze zmianą pH. Wskazuje to na dużą niejednorodność cząstek fazy stałej pod względem posiadanego ładunku elektrycznego oraz zróżnicowanie osadu (koloidy mineralne i organiczne) i jego otoczenia jonowego, zarówno pod względem jakościowym jak i ilościowym. Najniższa wartość potencjału nie przekroczyła -30 mV.

Dla osadu pobranego jesienią 2007 roku wraz ze wzrostem pH następuje spadek wartości potencjału elektrokinetycznego. Najniższa wartość potencjału nie przekracza -25 mV.

Tendencję malejącą potencjału wraz ze wzrostem pH odnotowano również dla próbek pobranych wiosną 2008 roku, przy czym w środowisku bardzo zasadowym (pH powyżej 11) dla próbek ze stanowisk 2 i 3 potencjał zeta osiągnął wartości niższe niż -40 mV.

Niezbyt niskie wartości potencjału elektrokinetycznego odnotowane dla analizowanych osadów wskazują, że ich cząstki będą raczej wykazywać skłonność do sedymentowania niż do unoszenia się w wodzie w postaci koloidalnych zawiesin.

Dla próbek z poszczególnych stanowisk badawczych przy danym pH odnotowano różnice w wartości potencjału zeta sięgające od 2 do nawet 40 mV (osad pobrany wiosną 2008 roku).

Na rysunku 2 przedstawiono wyniki pomiarów potencjału zeta w próbkach osadów wilgotnych oraz poddanych suszeniu w procesie preparatyki. Wyniki pomiarów wskazują, że wyjściowa wilgotność materiału badawczego w pewien sposób rzutuje na nie. Różnice w wartości potencjału zeta dla próbek pochodzących z tego samego stanowiska i przy tym samym pH wynikają najprawdopodobniej z różnej struktury podwójnej warstwy elektrycznej uformowanej wokół cząstek wilgotnych oraz wstępnie wysuszonych.

WNIOSKI

1. Przebieg zależności potencjału elektrokinetycznego osadów Zalewu Zemborzyckiego wyznaczony w roztworze NaCl o stężeniu $0,01$ mol dm^{-3} wykazuje pewne zróżnicowanie związane z umiejscowieniem stanowiska poboru próbek.

2. Niezbyt niskie wartości potencjału zeta sugerują, że cząstki koloidalne osadów dennych badanego zbiornika wodnego będą miały raczej skłonność do sedymentacji, nie zaś unoszenia się.

3. Wilgotność materiału, z którego sporządzana jest zawiesina poddawana laserowej analizie ruchliwości elektroforetycznej, a tym samym potencjału zeta, rzutuje na otrzymane wyniki pomiaru.

PIŚMIENNICTWO

- Beauvais R., 1994. Laser Doppler Velocimetry, in: Optical Measurements Techniques and Applications, Mayinger F. (Ed.), Springer – Verlag Berlin Heidelberg, 179-214.
- Lin Y., Liu H., 1997. Zeta potential of a sub-bituminous coal and its effect on particle agglomeration, *Trans. Soc. Min., Metall., Explor.*, 300, 31-35.
- Missana T., Adell A., 2000. On the Applicability of DLVO Theory to the Prediction of Clay Colloids Stability, *Journal of Colloid and Interface Science*, 230, 15-156.
- Mohamedelhassan E., Shang J.Q., 2001. Analysis of electrokinetic sedimentation of dredged Wal-land River sediment, *Journal of Hazardous Materials*, 85, 91-109.
- Moncho A., Martinez-Lopez F., Hidalgo-Alvarez R., 2001. Comparative study of theories of conversion of electrophoretic mobility into ζ -potential, *Colloids and Surfaces, A: Physicochemical and Engineering Aspects* 192, 215-226.
- Muller F.L.L., 1996. Measurement of electrokinetic and size characteristics of estuarine colloids by dynamic light scattering spectroscopy, *Analytica Chimica Acta*, 331, 1-15.
- Sequaris J.-M., Lewandowski H., 2003. Physicochemical characterization of potential colloids from agricultural topsoils, *Colloids and Surfaces, A: Physicochemical and Engineering Aspects* 217, 93-99.
- Sondi I., Pravdoć V., 1998. The Colloid and Surface Chemistry of Clays in Natural Waters, *Croatica Chemica Acta*, 71 (4), 1061-1074.
- Warwick P., Hall A., Pashley V., Bryan N., 2001. Investigation of the permeability of humic molecules using zeta potential measurements, *Chemosphere*, 45, 303-307.

ELECTROKINETIC POTENTIAL OF SEDIMENTS OF ARTIFICIAL WATER RESERVOIR – ZALEW ZEMBORZYCKI

Jolanta Cieśla

Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences
ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin
e-mail: jciesla@ipan.lublin.pl

Abstract. The value of electrokinetic potential of colloids provides information about their predisposition to coagulation and sedimentation. Investigations were conducted on samples of bottom sediments coming from Zalew Zemborzycki reservoir near Lublin. Electrokinetic potential was measured by laser method (LDV) in NaCl solution (0.01 M) with different pH. It was noted that the initial moisture of material and place of origin of the sample affected the value of zeta potential for the given pH.

Keywords: electrokinetic potential (zeta potential), LDV (Laser Doppler Velocimetry) method, sediments